

XP-002165890

AN - 1975-16755W [10]

CPY - HITA

DC - M27

FS - CPI

MC - M27-A04C M27-A04N

PA - (HITA) HITACHI LTD

PN - JP49119814 A 19741115 DW197510 000pp

PR - JP19730030997 19730319

AB - J49119814 High-strength stainless steel contains Ni and Cr in the range of (2.5, 14), (10.2, 14), (7.3 18) (2.5, 18) on a Ni-Cr coordinate plane, Be 0.3-0.55 and opt. Mo. Ni, Ti, Cu, W, and Zr <0.5% (but more than the critical amt. necessary to prevent formation of grain boundary reaction texture) C+N <0.04, Al <0.15 Si <0.15 and Mn <0.2%. Be was used as a pptn. hardening element. Tensile strength was >170 (max 200)-kg/mm2.

**IW - STRONG NICKEL CHROMIUM STEEL CONTAIN BERYLLIUM OPTION MOLYBDENUM
NICKEL TITANIUM COPPER TUNGSTEN ZIRCONIUM ALUMINIUM SILICON MANGANESE**

**IKW - STRONG NICKEL CHROMIUM STEEL CONTAIN BERYLLIUM OPTION MOLYBDENUM
NICKEL TITANIUM COPPER TUNGSTEN ZIRCONIUM ALUMINIUM SILICON MANGANESE**

NC - 001

OPD - 1973-03-19

ORD - 1974-11-15

PAW - (HITA) HITACHI LTD

**TI - Strong nickel-chromium steel - contg. beryllium and opt. molybdenum,
nickel, titanium, copper, tungsten and zirconium, aluminium, silicon
and manganese**



(2,000円)

特 許 願 05

昭和 48年 3 月 19 日

特許庁長官 殿

発 明 の 名 称 強力ステンレス鋼

発 明 者

住 所 茨城県日立市幸町3丁目1番1号

株式会社日立製作所 日立研究所内

氏 名 森 野 浩 (ほか 3 名)

特 許 出 願 人

住 所 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号

名 称 (510) 株式会社日立製作所

代 表 者 吉 山 博

代 理 人

住 所 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号

株式会社日立製作所内

電話東京 270-2111 (大代表)

氏 名 (6189) 弁 理 士 高 橋 明

明 細 書

発明の名称 強力ステンレス鋼

特許請求の範囲

NiとCrの含有量を座標軸としてあらわした場合、(Ni:2.5重量%、Cr:1.4重量%)、(Ni:10.2重量%、Cr:1.4重量%)、(Ni:7.3重量%、Cr:1.8重量%)、(Ni:2.5重量%、Cr:1.8重量%)なる4点を結ぶ直線にて囲まれた部分であらわされるNi、Crと0.3~0.55重量%のBeと、粒界反応組織の生成を防止するに必要な臨界量以上で、かつ合計で0.5重量%以下のMo、Nb、Ti、W、Zrの1種以上の元素を含有し、微量添加元素とさける不純物のうちのC、N、Al、Si、Mnの量を各々C+Nで0.04重量%以下、Alを0.15重量%以下、Siを0.15重量%以下、Mnを0.2重量%以下とした強力ステンレス鋼。

発明の詳細な説明

本発明は耐熱性のすぐれた強力ステンレス鋼、特に析出硬化型ステンレス鋼に関するものである。

①9 日本国特許庁

公開特許公報

⑪特開昭 49-119814

⑬公開日 昭49.(1974) 11. 15

⑫特願昭 48-30997

⑫出願日 昭48.(1973) 3. 19

審査請求 未請求 (全7頁)

庁内整理番号

⑫日本分類

6659 42

10 J172

6547 42

10 S3

鉄

耐熱性のすぐれた強力ステンレス鋼として多く用いられているのは、17-4 PH (17重量% Cr, 4重量% Ni, 3重量% Cu, 残部Fe)、17-7 PH (17重量% Cr, 7重量% Ni, 1重量% Al, 残部Fe)などの析出硬化型ステンレス鋼である。析出硬化型ステンレス鋼では、すぐれた耐熱性を得るために17重量%のCrを含み、また高強度を得るためにCu、Al、Ti、Mo、Nbなどを添加して時効処理で析出硬化をさせている。析出硬化型ステンレス鋼の抗張力は140~160 kg/mm²であり、更に高強度を得るには加工硬化と析出硬化を併用し、冷間加工後に時効処理を行つて析出硬化させている。このような冷間加工材は溶接を行つと、その溶接部分で焼なましが行われ、加工硬化の効果がなくなつて、強度が低下する。

また、析出硬化型ステンレス鋼を時効処理した場合に粒界に析出物が偏在してくることがあり、この析出によつて靱性が極めて悪くなるだけでなく、抗張力の上昇にも悪影響があり、130~

170 kg/㎠程度しか得ることができない。特にこの析出物は、析出硬化の程度を大きくする場合出やすくなる傾向があり、大きな抗張力を得ることが出来ない。

本発明の主な目的は、析出硬化のみで170 kg/㎠以上の抗張力が得られ、構造材料として充分な靱性を確保できる耐蝕性のすぐれた強力ステンレス鋼を提供することである。

本発明の他の目的は、粒界に析出物が偏在することを防止し、析出硬化を十分にさせることのできる強力ステンレス鋼を提供することである。

本発明の特徴とするところは、14～18重量%のCrと25～10.2重量%のNiを含有し、析出硬化元素としてBeを添加し、かつ粒界反応組織の生成を防止するために、Mo、Nb、Ti、Cu、Zr、Wを添加した強力ステンレス鋼である。すなわち、NiとCrの含有量を座標軸としてあらわした第1図において、A(Ni: 2.5重量%, Cr: 14重量%), B(Ni: 10.2重量%, Cr: 14重量%), C(Ni: 7.3重量%

%, Cr: 18重量%), D(Ni: 2.5重量%, Cr: 18重量%)なる4点を結ぶ直線にて囲まれた部分にある点であらわされるNi、Crと、0.30～0.55重量%のBeを含有し、微量添加元素とさけえざる不純物のうちのC、N、Al、Si、Mnの量は各々C+Nにて0.04重量%以下、Alを0.15重量%以下、Siを0.15重量%以下、Mnを0.2重量%以下であり、Mo、Nb、Ti、Cu、Zr、Wなる群から選ばれた1種以上の元素を粒界反応組織の生成を防止するために必要な臨界量以上、すなわち、Mo、Nb、Tiでは0.1重量%以上、Cu、Zr、Wでは0.25重量%以上で合計で0.5重量%以下添加した強力ステンレス鋼である。

本発明を実施例について説明する。

第1表に析出硬化元素としてBeを加えたステンレス鋼試料1およびこれに、Mo、Nb、Ti、Cu、Zr、Wを加えた試料の組成を示す。とくに、試料1620～1623は、これら元素を2成分以上添加したものを示す。

第 1 表 (その1)

(重量%)

試料No	1	2	3	4	5	6	7	8
C	0.01	0.02	0.007	0.01	0.02	0.009	0.008	0.009 ⁵
Si	0.11	0.09	0.10	0.12	0.08	0.11	0.07	0.13
Mn	0.15	0.13	0.14	0.12	0.13	0.11	0.09	0.12
Al	0.105	0.10	0.11	0.08	0.06	0.05	0.07	0.11
Ni	6.3	6.2	6.2	6.2	6.0	6.3	6.4	6.1
Cr	16.3	16.1	15.8	16.2	16.3	15.7	16.4	16.1 ¹⁰
Be	0.32	0.34	0.33	0.35	0.34	0.34	0.36	0.35
Mo		0.1	0.25	0.5				
Nb					0.1	0.25	0.5	
Ti								0.1 ¹⁵
Cu								
W								
Zr								
N	0.0101	0.0082	0.0032	0.0041	0.0056	0.0067	0.0074	0.0087
Fe	残部	残部	残部	残部	残部	残部	残部	残部 ²⁰

第 1 表 (その2)

(重量%)

試料No	9	10	11	12	13	14	15	16
C	0.02	0.01	0.02	0.009	0.01	0.008	0.02	0.009 ⁵
Si	0.08	0.11	0.10	0.12	0.09	0.09	0.11	0.12
Mn	0.11	0.14	0.16	0.13	0.14	0.10	0.09	0.08
Al	0.09	0.09	0.12	0.08	0.07	0.06	0.09	0.11
Ni	6.4	5.9	6.3	6.2	6.2	6.4	5.9	6.0
Cr	16.5	15.9	15.9	16.1	16.2	16.3	16.0	15.8 ¹⁰
Be	0.34	0.34	0.36	0.33	0.32	0.35	0.37	0.36
Mo								
Nb								
Ti	0.25	0.5						
Cu			0.1	0.25	0.5			
W						0.1	0.25	0.5
Zr								
N	0.0091	0.0065	0.0044	0.0039	0.0067	0.0074	0.0048	0.0034
Fe	残部	残部	残部	残部	残部	残部	残部	残部 ²⁰

第 1 表 (その3)

(重量%)

試料No	17	18	19	20	21	22	23
C	0.01	0.009	0.007	0.008	0.01	0.01	0.006
Si	0.09	0.09	0.12	0.11	0.09	0.13	0.12
Mn	0.11	0.13	0.12	0.10	0.11	0.12	0.11
Al	0.10	0.08	0.09	0.06	0.09	0.11	0.07
Ni	6.3	6.1	6.1	6.3	6.4	6.1	6.2
Cr	15.9	16.0	16.0	15.8	15.9	16.2	16.3
Be	0.34	0.34	0.36	0.36	0.35	0.33	0.34
Mo				0.1			
Nb							0.15
Ti				0.2	0.3		
Cu				0.15		0.21	
W						0.23	0.18
Zr	0.1	0.25	0.5		0.15		0.1
N	0.0057	0.0048	0.0054	0.0048	0.0059	0.0076	0.0083
Fe	残部	残部	残部	残部	残部	残部	残部

No. 1の試料は、純度99.9%以上の電解鉄、電解ニッケル、電解クロム、アルミニウムおよび、Beを10重量%含有するフェロ・ベリリウム、Siを80重量%含有するフェロ・シリコンを配合、溶解して作成した。

この試料について、1000℃で溶体化処理したあと、475℃で3時間時効処理を行なったものを、電子顕微鏡で時効組織を観察したところ、第2図に示すように粒界反応組織が多量に生成しているのが観察された。

粒界反応組織は、旧オーステナイト粒界から析出している。このように、不純物含有量の著しく低い高純度のFe-Cr-Ni-Beの系組成合金を時効処理すると、しばしば旧オーステナイト粒界に、NiBeがパーライト状に析出する。

この部分の硬度はHVで300~340の範囲である。粒界反応をおこしていない領域の硬度HVは570~595なので、粒界反応をおこした領域は著しく軟化していることがわかる。この試料の引張り試験を行なった結果、第2表に示すよう

に低い応力で破断し、伸び絞りともに殆んどゼロである。

この合金に、Mo, Nb, Ti, Cu, W, Zrの1種または、2種以上を添加することで、第1表の試料No. 2~23の合金を得た。この合金について、試料No. 1と同様な溶体化※

第 2 表

試料No	粒界反応組織	475℃×3時間時効試料の機械的性質		
		抗張力 (kg/mm ²)	伸び (%)	絞り (%)
1	あり	163	0	0
2	なし	196	7.4	3.2
3	なし	198	8.0	3.6
4	なし	204	6.5	2.9
5	なし	198	8.3	3.5
6	なし	196	9.0	3.6
7	なし	201	7.1	3.2
8	なし	197	6.7	3.2
9	なし	200	6.8	3.4
10	なし	202	8.0	3.5
11	あり	146	0	0
12	なし	198	6.8	3.3
13	なし	202	7.2	3.2
14	あり	163	0	0
15	なし	198	7.1	3.1
16	なし	196	8.2	3.6
17	あり	158	0	0
18	なし	199	6.9	2.9
19	なし	198	7.4	3.3
20	なし	206	6.9	3.1
21	なし	201	7.2	3.4
22	なし	197	7.6	3.6
23	なし	198	7.1	3.3

※処理及び時効処理を行い、電子顕微鏡によつてその組織を観察したが、一定量以上のMo, Nb, Ti, Cu, W, Zrを含有する試料には試料No. 1のような粒界反応組織は見られなかつた。

第3図にMoを0.25重量%含有した試料No. 3の電子顕微鏡写真を示した。

また、これらの合金について抗張力および伸び、絞り等を測定した結果、第2表の試料No. 2~23に示すように、一定量以上のMo, Nb, Ti, Cu, W, Zrの添加によつて、粒界反応組織の生じなくなつたものは、抗張力、伸び、絞りともに改善され、170 kg/mm²以上の抗張力が得られるようになった。また、同表から、Mo, Nb, Tiの添量は0.1重量%以上で、Cu, W, Zrについては0.25重量%以上の添加によつて好結果が得られることがわかつた。

これらの粒界反応組織の生成を抑える元素の0.5重量%までの添加は上述のように抗張力の上昇、靱性の改善に効果があるが、0.5重量%を超えた場合は、これら元素のうちMo, Nb, Ti,

Zr, Wでは δ -フェライト組織を生じやすくなり、 δ -フェライトが多くなると組織の粗大化傾向が増加して、170 kg/mm²以上の高抗張力において充分な靱性を確保できないようになる。またCuは δ -フェライトの生成傾向を防止するが、溶体化処理後に残留オーステナイト量を増加させ、0.5重量%を超えると析出硬化に必要なNiBeの析出量が減少して、170 kg/mm²以上の抗張力を得ることが困難となる。

複合して添加した場合も上述の理由によつて、合計で0.5重量%を超えてはならないのである。

本発明のステンレス鋼に添加するBeは時効処理によつて鋼中のNiと反応してNiBeとして析出して、抗張力を上昇させるのに役立つのである。

Al, Ti, Nbなど通常析出硬化元素と考えられているものとBeとの析出硬化の効果を比較するために、これら元素をステンレス鋼A (Cr: 15重量%, Ni: 7重量%)に添加して溶解し、鋳塊を均質化した上で熱間鍛造して試験用の試料を作成した。これらを1000℃で溶体化処理し

て空冷し、400~550℃までの25℃間隔の温度で30分間時効して、抗張力を測定した例を第4図に示す。また、ステンレス鋼Aに析出硬化元素Al, Ti, Nb, Beの添加量を変えたものについて、最高抗張力が得られる熱処理を行ない添加量の関数として抗張力を測定した結果を第5図に示す。ステンレス鋼B (Cr: 16.8重量%, Ni: 4.1重量%)について第5図と同様な測定を行つた結果を第6図に示す。

以上のAl, Ti, Nb, Beなどの比較によつて、Beを析出硬化元素として使用することは、抗張力を大きくする上で極めて効果のあることがわかる。また、Beの0.3重量%以上の添加が、他の元素の添加によるよりも大きな効果があることも判明したのである。

一方、ステンレス鋼AにAl, Ti, Nb, Beの量を⁷変えて添加した試料について δ -フェライト量とMs点を測定した結果をおのの第7図、第8図に示す。 δ -フェライト量が50体積%以上となると組織が粗大化して靱性が劣化し、また

Ms点が低下するにともない、残留オーステナイト量が増加して析出硬化量が減少することが知られているので、これを防ぐために、Beの最大含有量は0.55重量%とするのが適当である。

Crはすぐれた耐蝕性を得るためにステンレス鋼に添加されるものであるが、これに必要なCrの量は14~18重量%であることは周知であるので、この成分を基礎にして他成分を考える。

Niは δ -フェライトの生成をおさえて組織を緻密にし、また時効処理においてBeとNiBeを形成して析出硬化をおこす。ステンレス鋼のNi以外の成分を第3表に示す⁵ように一定にしてNi²量のみを2~7重量%まで変えた試料について最高強度を測定した結果が第9図である。これから判るように、Ni含有量が2.5重量%から急激に抗張力は大きくなるので、Niの最低量を2.5重量%とするのが妥当である。一方Crの量14~18重量%の範囲で2.5重量%のNiを含有する場合、 δ -フェライト量は確実に50体積%以下に減少するので、 δ -フェライトの生成による組織の

粗大化の危険性はない。

第 3 表 (重量%)

C	Si	Mn	Al	Ni	Cr	Be	Mo	Fe
0.02	0.12	0.17	0.08	2~7	15.2	0.35	0.43	残部

一方、Ni量を多くすると残留オーステナイトが増加して析出硬化量が減少する。Cr量15重量%の場合はNi量9.5重量%以上、Cr量17重量%の場合はNi量8重量%以上にすると、溶体化処理のあとで、液体窒素中に深冷しても30体積%以上のオーステナイト組織が残留し、最高時効強度が170 kg/cm²以下となる。したがって、NiとCrの含有量を座標軸としてあらわした第1図のA、B、C、Dの4点を結ぶ直線にて囲まれた領域内にNi、Cr量を限定するのが適当である。

SiおよびAlは脱酸に必要な添加元素であるが、0.15重量%以上にするとδフェライト量が増加して、材料が脆化する傾向があるので、Al、Siともに0.15重量%以下とする。

Mnも脱酸に有効で、また不純物として含有さ

れるSをMnSとして靱性を改善する効果があるが、0.2重量%以上になると残留オーステナイトを増加して析出硬化量が減少するので、0.2重量%以下とする。

CとNは残留オーステナイト量を増加し、また溶体化処理後のマルテンサイトを脆化する作用があり、時効処理してもマルテンサイトの靱性は十分回復しない。従がつてC+N量をできるだけ減少させることが望ましいが、現在の製鋼法ではC+Nを皆無にすることは不可能である。時効後の材料の靱性を劣化させないために、C+Nを0.04重量%以下にするのが妥当である。

以上詳細に述べたように、Beを析出硬化元素として用い、Mo、Nb、Ti、Cu、W、Zrを粒界反応組織の生成防止元素として添加したステンレス鋼は、析出硬化処理のみによつて、従来の析出硬化型ステンレス鋼では得られない高い抗張力、すなわち170 kg/cm²以上、特に200 kg/cm²が得られ、また靱性についても構造材料として必要な値を常に確保できるようになった。

図面の簡単な説明

第1図は本発明鋼のCrとNiの組成範囲、第2図は粒界反応組織、第3図は粒界反応組織を生成しない時効組織、第4図は時効温度と抗張力の関係図、第5図、第6図は最高時効強度に及ぼす析出硬化元素量の影響、第7図はδフェライト量と析出硬化元素量の関係図、第8図はMs点と析出硬化元素量の関係図、第9図は最高時効強度に及ぼすNi量の影響。

代理人 弁理士 高橋明夫

第 1 図

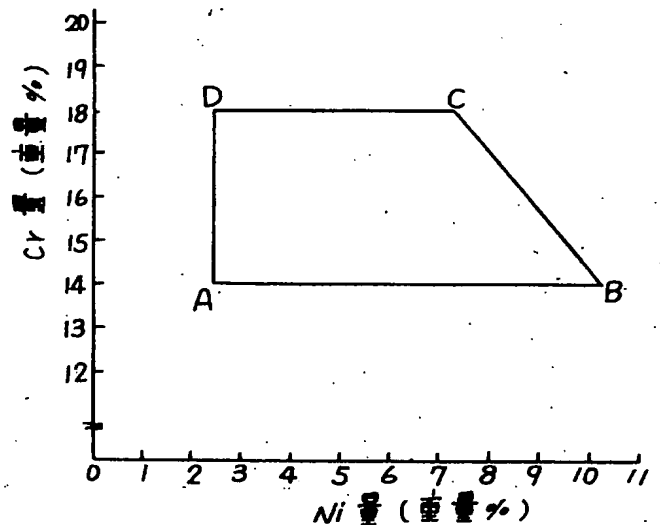
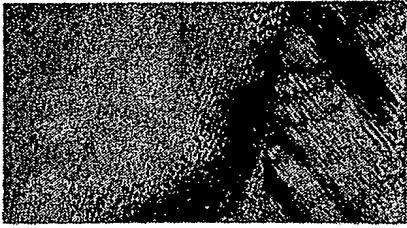


図 2



(X 50 000)

図 3



(X 20000)

図 4

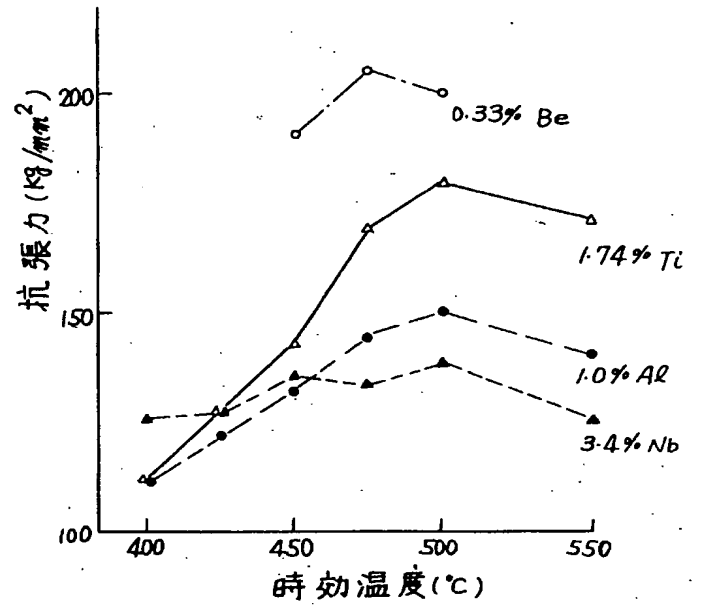


図 5

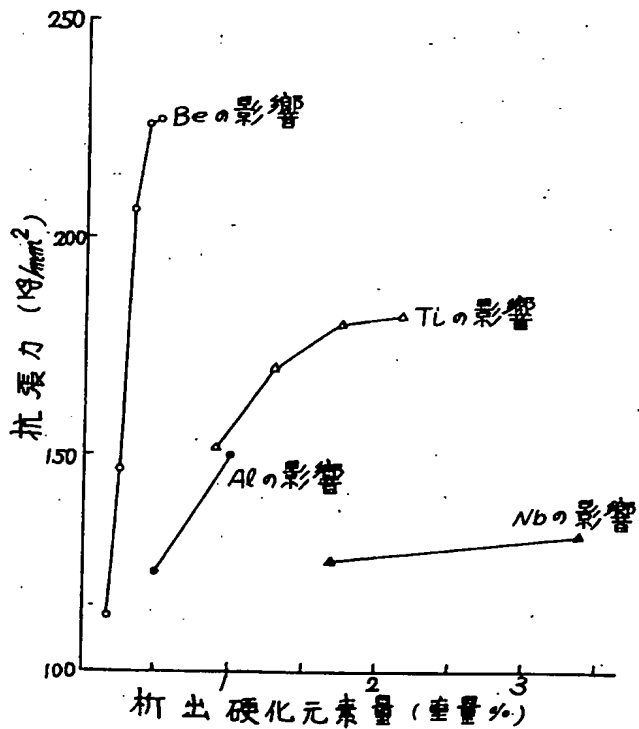


図 6

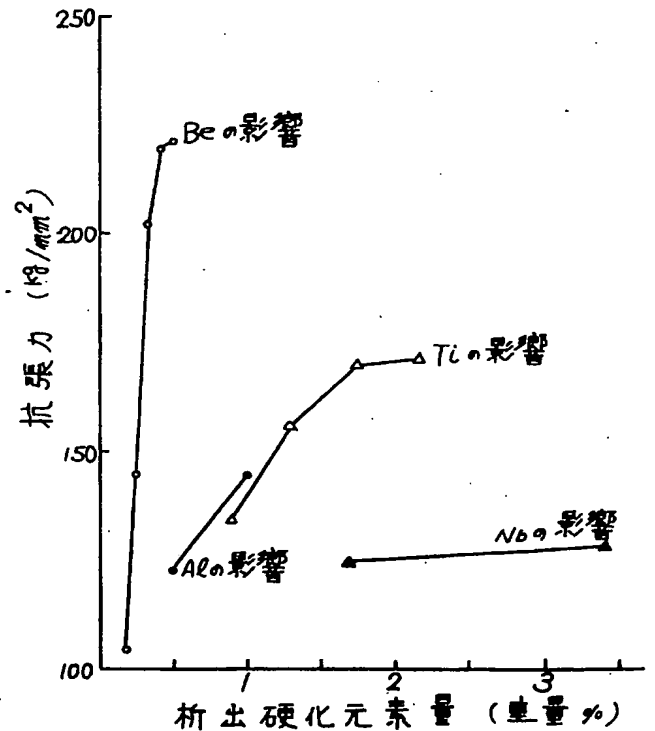


図 7

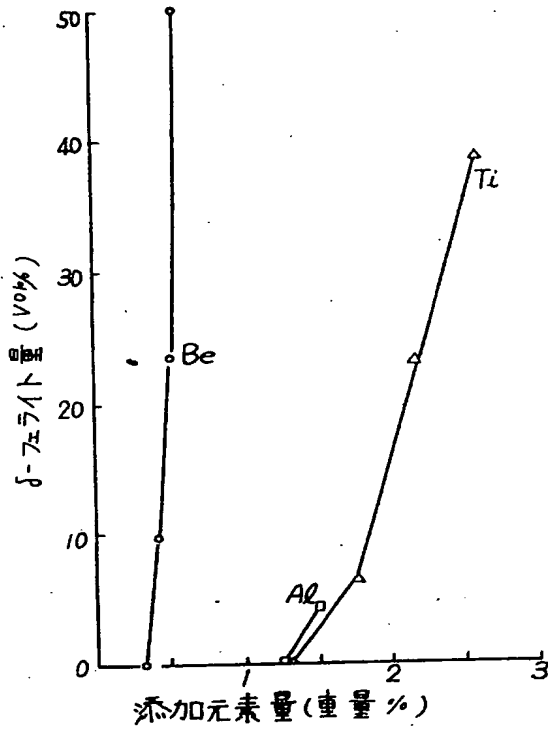


図 8

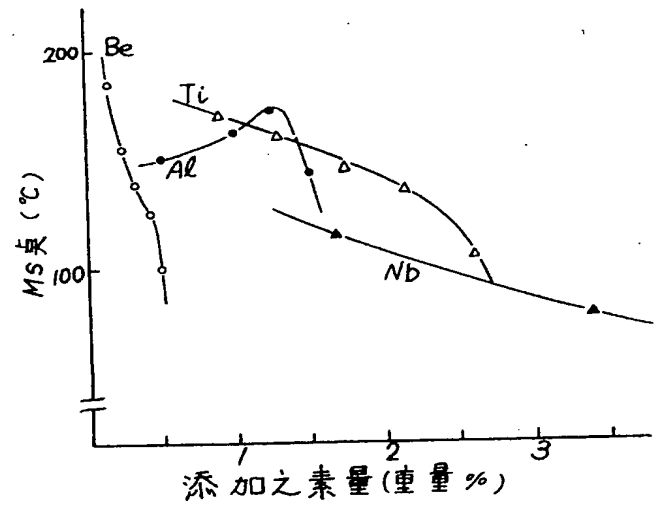
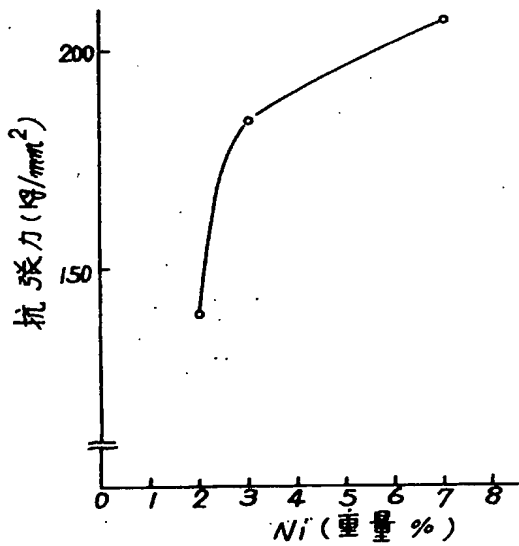


図 9



添附書類の目録

- (1) 明 細 書 1通
- (2) 図 面 1通
- (3) 委 任 状 1通
- (4) 特 許 願 本 1通

前記以外の発明者、特許出願人または代理人

発 明 者

住 所 茨城県日立市幸町3丁目1番1号
氏 名 株式会社日立製作所 日立研究所内
住 所 同 上
氏 名 同 上
住 所 同 上
氏 名 同 上